

Normvarianten der Morphologie der kindlichen Linse

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Peter Stöcklin

Binningen (Bld.)

1956

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Prof. Dr. F. RINTELEN

Tag der Promotion: 29. Mai 1956

Sonderdruck aus
„Graefes Archiv“, Band 158, Heft 4, Seite 346—359 (1957)

Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg

Aus der Ophthalmologischen Klinik und Poliklinik der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. med. F. RINTELEN)

Normvarianten der Morphologie der kindlichen Linse

Von

PETER STÖCKLIN

Mit 5 Textabbildungen



I. Ausgangssituation und Fragestellung

VOGT, einer der besten Kenner der Morphologie der menschlichen Linse, stellt in seinem „Atlas der Spaltlampenmikroskopie“ 1931, fest, daß es interessant wäre, sich im besonderen mit der Morphologie der frühkindlichen (*nicht* embryonalen) Linse zu beschäftigen, „da eine systematische Durchmusterung der Diskontinuitätszonen des Kindes leider noch ausstehe“. VOGT verspricht sich davon eine Erweiterung unserer Kenntnisse von den physiologischen Linsenveränderungen und deren Übergänge zu pathologischem Geschehen, da in diesem Alter möglicherweise ihr erster Beginn erfaßt werden könnte.

VOGTs Schüler PELLATON hat zwar 1921 bei 82 Kindern die physiologischen Varianten des Linsenaufbaus und der in der Linse vorkommenden Veränderungen studiert, statistisch erfaßt und in seiner Arbeit über „Die physiologischen Linsentrübungen im Kindesalter nach Spaltlampenuntersuchungen an 164 normalen Kinderaugen“ dargelegt. Es handelt sich aber um Kinder im Alter von 9—16 Jahren, einer Altersstufe also, in welcher das Wachstum des Auges praktisch abgeschlossen ist.

KRENGER, ebenfalls ein Schüler VOGTs, hatte schon vorher bei Spaltlampenuntersuchungen an Schulkindern und jugendlichen Erwachsenen festgestellt, daß die sog. Coronarkatarakt (VOGT) erst in der Pubertät beginnt („Untersuchungen über Häufigkeit und Lokalisation von Linsentrübungen bei 401 Personen von 7—21 Jahren“).

GALLATI hat in seiner Dissertation „Über die relativen Dickenwerte von Rinde und Kern der menschlichen Linse in verschiedenen Lebensaltern“ keine Kinder erfaßt — nicht zuletzt wegen der bei Kindern recht mühsamen Untersuchungstechnik. Auch seine Untersuchungen — seine Angaben beziehen sich auf Individuen zwischen dem 16.—81. Altersjahr (77 Fälle) — genügen deshalb nicht zur morphologischen Beurteilung der kindlichen Linse.

In neuerer Zeit, soweit dies die Durchsicht des „Zentralblatt f. Ophthalm.“ und der „Ophthalmolog. literature“ ergibt, sind keine weiteren einschlägigen Untersuchungen gemacht worden. In Anbetracht

dieser unvollständigen Unterlagen haben wir es unternommen, an einer größeren Anzahl gleichaltriger, jüngerer Kinder die Normvarianten des Linsenaufbaus und die in diesem Alter vorkommenden Linsenveränderungen zu ermitteln und womöglich auch graphisch festzuhalten. Eine genaue bildliche Darstellung der gefundenen Veränderungen interessierte deshalb, weil an Hand solcher in jungen Jahren aufgenommenen „Linsensteckbriefe“ die Weiterentwicklung der verschiedenen Linsenveränderungen an den gleichen Individuen im späteren Lebensalter verfolgt werden kann. Es ging bei unseren Untersuchungen also u. a. um die Vorarbeit für weitere Ermittlungen über die Evolution und die Prognose der verschiedenen beim Kinde anzutreffenden Linsenveränderungen.

Wir wählten für unsere Untersuchungsreihe 215 Kindergartenschüler, die alle 6—7 Jahre alt waren und im Frühjahr in die Primarschule einzutreten gedachten. Diese Wahl ergab sich aus praktischen Gründen, vor allem, weil uns in den Kindergärten die zu untersuchenden Kinder jederzeit zur Verfügung standen. Es war gegeben, daß bei den gleichen Kindern noch eine Überprüfung der Sehschärfe und des Binocularsehens vorgenommen wurde, um Refraktionsfehler, Heterophorien und Schielen zu einer Zeit zu erfassen, wo eine erfolgsversprechende Therapie noch möglich ist. Derart dienten unsere Untersuchungen gleichzeitig einem sozialmedizinischen Zweck.

II. Untersuchungstechnik

Die Kinder wurden jeweils morgens in ihren Kindergärten abgeholt und zunächst einer eingehenden Untersuchung auf Sehschärfe und Binocularsehen unterzogen. Über die Mittagszeit wurden die Pupillen mit 1% Homatropin erweitert und am Nachmittag folgte die eigentliche Untersuchung an der Spaltlampe. Bei diesem Prozedere war es möglich, im Tag 6—8 Kinder eingehend zu explorieren.

Es war zuerst vorgesehen, alle Linsen unter dem gleichen Einfallswinkel des Spaltlampenlichts (35^0) zu untersuchen, um genau vergleichbare Größenverhältnisse zu erhalten. GALLATI hat dies bei seinen Studien zu erreichen versucht, indem er die Untersuchten einen Farbfleck fixieren ließ, der in einem bestimmten Winkel zur Spaltlampe aufgehängt war. Er bemerkt indessen, daß er auf Untersuchungen von Kindern verzichtet habe, weil „wegen ihrer physiologischen Unruhe und Beweglichkeit“ konstante Untersuchungsbedingungen nicht einzuhalten seien. Auch wir mußten diese Erfahrungen machen und gingen deshalb zu einer anderen Untersuchungstechnik über. Noch eine weitere Überlegung führte uns zur Änderung unseres ursprünglichen Arbeitsplanes, galt es doch vor allem auch die peripher gelegenen Linsenveränderungen unter wechselnden Belichtungswinkeln zu erfassen. So beschränkten wir uns darauf, die Größenverhältnisse der einzelnen Diskontinuitätszonen in einem Lichteinfallswinkel von 35^0 zu messen. Die Abstände zwischen den einzelnen Zonen wurden dabei nicht mit exakter Methodik gemessen, weil die Unruhe der Kinder mit entsprechender Änderung der Linsenlage dies gar nicht zugelassen hätte. Wir begnügten uns daher mit einer approximativen Schätzung, die bei einiger Übung hinreichend genaue Resultate ergibt und für unser Untersuchungsziel zu genügen schien. Diejenigen Linsentrübungen, die uns

besonders interessierten, beleuchteten wir aus wechselnden Winkeln und stellten sie im Focus ein. Zu diesem Zwecke ließen wir die Kinder in verschiedene Richtungen blicken, um die Linse in ihrer ganzen Ausdehnung durchleuchten zu können.

Um unsere Befunde im Bilde festzuhalten, zeichneten wir uns ein etwa 30fach vergrößertes *Linsenschema* vor, das mit einem Äquatorialdurchmesser von 18 cm und einer axialen Linsendicke von 13 cm ungefähr die beleuchtete Linsenfläche wiedergibt, wenn sie mit der Spaltlampe aus einem Winkel von 35° beleuchtet wird (s. Abb. 1).

Wir sind uns bewußt, daß es unmöglich ist, auf diesem stark vergrößerten, flächenhaften Schema die Befunde genau räumlich lokalisiert einzuzeichnen. Wir

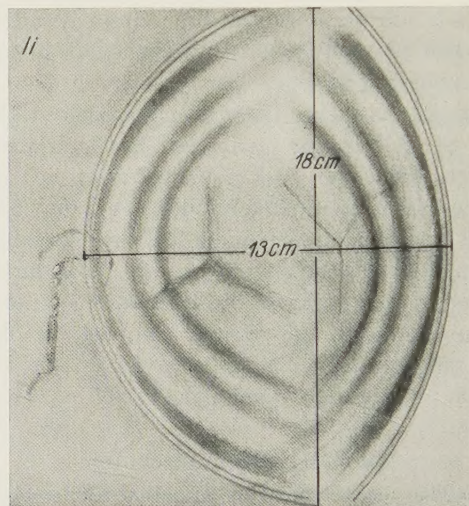


Abb. 1. Photographische Wiedergabe einer unserer Linsenskizzen.
Die natürlichen Maße sind eingezeichnet

haben uns deshalb bemüht, allfällige Veränderungen, die mehr in der Peripherie der Linse lagen, in besonderen Skizzen festzuhalten. Zum Zeichnen wurde ein weißes Papier und ein weicher schwarzer Bleistift verwendet und die häufig vorkommenden Farbtöne der kleinen Opazitäten beschrieben.

III. Eigene Untersuchungsbefunde

Physiologische Varianten des Linsenaufbaus bei 209 vorschulpflichtigen Kindern (6—7 Jahre alt)

1. Morphologie der Diskontinuitätszonen und Suturen. Wir sprechen ausschließlich von *physiologischen* Normvarianten der Linsentrübungen, weil sich unter den 209 Kindern kein einziges befand, bei dem eine Linsentrübung festgestellt werden konnte, deren Ausmaß oder Intensität zu einer Verminderung des Visus hätte Anlaß geben können. Aus dieser Tatsache auf die Frequenz ophthalmologisch bedeutsamer Linsenopazitäten zu schließen, wäre jedoch nicht angängig, weil Kinder mit

angeborenen oder früh erworbenen Linsentrübungen in der Regel schon früher erfaßt und einer Behandlung zugeführt worden sind.

In Abb. 2 haben wir versucht, die in unserer Untersuchungsreihe am häufigsten vorkommenden Befunde deutlich zu machen, indem wir sie bewußt etwas akzentuierten. Wir sehen, daß sowohl im Bereich der vorderen wie auch der hinteren Linsenkapsel feinste Konturen in

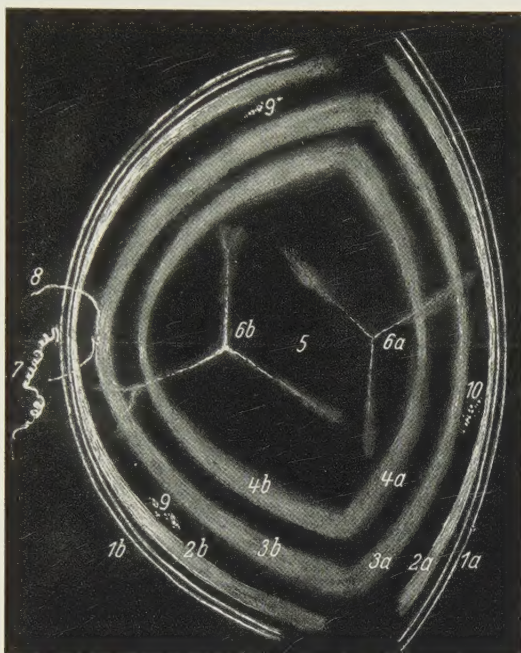


Abb. 2. Normales Spaltlampenbild der Linse eines 6—7jährigen Kindes (leicht schematisiert). 1a/1b Optischer Schnitt der vorderen und hinteren Linsenkapsel; 2a/2b vordere und hintere Abspaltungszone; 3a/3b vorderer und hinterer Alterskern; 4a/4b vorderer und hinterer äußerer Embryonalkern; 5 zentrales Intervall; 6a/6b vordere und hintere Sutura; 7 Residuen der Arteria hyaloidea; 8 Bogenlinie (Vogt); 9/10 vordere und hintere Punkttrübungen in der Rinde. Abschnitt zwischen 1a/1b und 3a/3b = Rinde; Abschnitt zwischen 3a/3b und 4a/4b = Alterskern; Abschnitt zwischen 4a und 4b = Embryonalkern

Erscheinung treten. Der Abstand der beiden scharfen Linien, welche dem optischen Schnitt der Linsenkapsel entsprechen, ist in unserem Schema absichtlich übertrieben gezeichnet; auch haben wir den Unterschied zwischen der dickeren Vorder- und der dünneren Hinterkapsel nicht berücksichtigt, da eine bildliche Fixierung solch feiner Nuancen technisch nicht möglich gewesen wäre.

Durchwegs ist die *Abspaltungszone* die lichtstärkste Zone, und zwar vorne wie hinten. Mit zunehmendem Alter wird sie undeutlicher. Am vorderen und hinteren Pol nähert sie sich der Linsenkapsel derart, daß

sehr oft kein Zwischenraum zwischen den beiden Zonen festgestellt werden kann. Manchmal sieht es sogar wirklich so aus, als ob die Abspaltungszonen sich, an den Polen beginnend, kontinuierlich von der Kapsel „abspalten“ würden. Gegen die Peripherie hin divergieren sie zusehends von der Linsenkapsel und vereinen sich schließlich in der Äquatorgegend in einem kaum mehr sichtbaren, schlecht abgrenzbaren Lichtschimmer. Auch die übrigen Diskontinuitätszonen verhalten sich in der Äquatorgegend gleich: die Vereinigung der vorderen mit der entsprechenden hinteren Zone läßt sich wegen ihrer Lichtschwäche nur schlecht darstellen. Wir können über dieses Gebiet deshalb keine genaueren Angaben machen und haben davon abgesehen, sie in unseren Skizzen festzuhalten.

Im Gegensatz zur Abspaltungszone sind die am *Alters-* und *Embryonalkern* entstehenden Diskontinuitätszonen nicht deutlich begrenzte Flächen, sondern vielmehr Zonen, in denen wir ein mehr oder weniger deutliches, in ihrem Zentrum in Erscheinung tretendes Helligkeitsmaximum feststellen können, das kontinuierlich gegen vorne und hinten abnimmt, derart, daß die Zonen fließend ineinander übergehen. So war es manchmal recht schwierig, die einzelnen Zonen zu identifizieren und gegeneinander abzugrenzen.

Im ganzen sind die *vorderen* Zonen weniger lichtstark als die *hinteren*, wie das übrigens auch VOGT, NORDMANN und JESS betonen. Dieses Phänomen hat seinen Grund offenbar darin, daß die hinteren Zonen nicht nur im auffallenden, sondern auch im regredienten Licht in Erscheinung treten. So ist es wohl auch zu erklären, daß wir in 24 Fällen vorne nur *eine* Diskontinuitätszone feststellen konnten, währenddem hinten mit Sicherheit deren zwei erkennbar waren. Immerhin sei darauf hingewiesen, daß gelegentlich auch ein umgekehrtes Verhalten beobachtet werden kann, wie wir es bei 6 Kindern feststellen konnten. Bei einem Kind waren vorne sogar 3 Zonen erkennbar, nämlich zusätzlich noch jene von VOGT zwischen Alters- und Embryonalkern beschriebene „*inkonstante Zone S*“. Bei diesem Kind war hinten lediglich eine Diskontinuitätszone sichtbar (Fall 197).

Alters- und Embryonalkern sowie auch die Suturen variieren in ihrer Ausbildung von einem kaum wahrnehmbaren Lichtschimmer bis zu einer sehr intensiven Helligkeit. Sehr oft sind sie so lichtschwach, daß sie nur bei ganz dünnem Strahlenbündel sichtbar werden. Dies trifft vor allem für die Fälle zu, wo *nur* der Embryonalkern und überhaupt noch kein Alterskern ausgebildet ist. Diese Verhältnisse fanden wir bei 40 Kindern vor, und zwar unabhängig von ihrem Alter und ihrer körperlichen oder geistigen Entwicklung. Immerhin widerlegen wir mit diesen Befunden die Aussagen von JESS und NORDMANN, wonach „die ersten Schichten des Alterskernes erst vom 10. Altersjahr bzw. von der Puber-

tät an erkennbar“ sein sollen. Wir haben vielmehr bei der Mehrzahl der von uns untersuchten Kinder schon mehr oder weniger deutliche Anlagen eines Alterskerns feststellen können.

Nur bei 8 Kindern konnten wir die *inneren Embryonalkerne* angedeutet erkennen, bei 2 Kindern den vorderen *und* den hinteren, bei den übrigen 6 nur den vorderen. Diese Kerne hatten nie die typische kaffeebohnenartige Form, wie wir sie in der Linse des Erwachsenen sehen; stets handelte es sich nur um einen diffusen Lichtschimmer im Bereich des inneren Embryonalkerns, ohne scharfe Grenzen. Wenn man den inneren Embryonalkern so schlecht sieht, so mag das auch daran liegen, daß er von den viel helleren Suturen überstrahlt wird.

Mit den *Suturen* verhält es sich, wie wir sahen, insofern gleich wie mit den Diskontinuitätszonen, als die hinteren durchwegs heller und deutlicher ausgebildet sind als die vorderen. In 43 Fällen war überhaupt nur das hintere Y sichtbar, 12mal nur einseitig. Typischerweise läßt sich der Nahtverlauf der hinteren Suture bis zu den ersten dichotomischen Verzweigungen erkennen, währenddem das vordere Y viel weniger differenziert erscheint. Auffallend ist, daß der Nahtverlauf am deutlichsten am *nasalen* Schenkel des hinteren Y sichtbar ist. Das mag mit den Beleuchtungsverhältnissen der Spaltlampe zusammenhängen.

Auch die Suturen sind von Fall zu Fall verschieden gut sichtbar; manchmal sind sie, besonders am Vereinigungspunkt der 3 Schenkel, sehr scharf, deutlich und so lichtstark ausgebildet, so daß sie alle übrigen Linsenbestandteile überstrahlen; in anderen Fällen wieder sieht man an ihrer Stelle nur einen hauchfeinen Schimmer, der die Kontur des Y eben ahnen läßt. Die Aufteilung in die 3 Schenkel erfolgt meist in der Weise, daß je zwischen 2 Schenkeln ein Winkel von 120° entsteht. Oft aber sind die Winkel asymmetrisch, d. h. ein Schenkel verläuft mehr oder weniger senkrecht oder waagrecht. Am meisten Abweichungen von der Norm zeigt wieder der nasale Schenkel der hinteren Suture, vielleicht deshalb, weil er als am besten sichtbar, in seinen Varianten am leichtesten zu beurteilen ist.

2. Die Dickenverhältnisse der einzelnen Diskontinuitätszonen. Unsere Aufmerksamkeit galt weiter den bei den untersuchten Kindern vorkommenden Dickenverhältnissen der einzelnen Diskontinuitätszonen. Vor allem interessierten wir uns für die zahlenmäßigen Beziehungen von Kern zu Rinde und von Embryonalkern zu Alterskern, da sich diese Maße bekanntlich im Laufe des Lebens ständig ändern.

Nach VOGT und GALLATI nimmt die *axiale Rindendicke* im Verhältnis zur Gesamtdicke der Linse mit dem Alter zu, währenddem der *Kern* verhältnismäßig dünner bleibt. Daneben ergibt sich aber auch eine absolute Zunahme der Rindendicke. Der *Alterskern* seinerseits nimmt

nach Abschluß des Wachstums im Verhältnis zur Gesamtdicke der Linse an Ausdehnung dauernd ab (GALLATI 1923).

Wir sind uns bewußt, daß wir auf Grund unserer Untersuchungen keine genauen Zahlen angeben können, da wir den Kindern die umständliche und zeitraubende Prozedur einer genauen Meßtechnik nicht zumuten konnten. Indem wir diese Befunde in unserem Linsenschema möglichst maßgetreu festhielten, konnten wir nachträglich die verschiedenen Dickenverhältnisse ausmessen. Dank der starken Vergrößerung dürften wir hinreichend genaue Werte erhalten haben. Wir gingen dabei so vor, daß wir bei der Auswertung der Maße von Kern und Rinde halbe Zentimeter auf- oder abrundeten, währenddem wir bei den Verhältniszahlen von Alters- und Embryonalkernen auf halbe Zentimeter genau maßen. Die Werte der entsprechenden vorderen und hinteren Zone addierten wir, um die ganze Linsendicke überblicken zu können.

Aus den erhaltenen Werten bildeten wir 2 *Quotienten*: a) Kern/Rinde und b) Embryonalkern/Alterskern.

Diese Werte gestatten uns, zweierlei Zahlenvergleiche anzustellen:

1. in bezug auf die *absoluten Dickenwerte* der einzelnen Diskontinuitätszonen; selbstverständlich handelt es sich bei diesen Zahlen um relative Werte, denn 1. ist der Maßstab der Zeichnungen stark vergrößert — da die axiale Linsendicke im Mittel 4 mm beträgt, auf unserem Linsenschema aber 13 cm, so mißt die Vergrößerung unserer Zeichnungen 1:32,5! — und 2. entspricht unser Linsenschema nicht einfach der in der Hälfte entzweigeschnittenen Linse, sondern stellt ja die Aufsicht auf den erhellten Linsenquerschnitt dar, wenn diese aus einem Winkel von etwa 35° beleuchtet wird (s. S. 348);

2. die *relativen Verhältniszahlen* der Diskontinuitätszonen untereinander, indem sich aus dem betreffenden Quotienten durch Kürzen oder Ausrechnen ein Koeffizient in Dezimalzahlen erhalten läßt.

a) *Verhältnis Kern/Rinde*. Wenn wir die Kern/Rinden-Relationen unserer 418 Kinderlinsen miteinander vergleichen, so fällt zuerst die Mannigfaltigkeit und Variabilität der Ausbildung dieser Zonen auf, obwohl die Kinder doch alle ungefähr gleich alt sind. Interessant ist in diesem Zusammenhange die Tatsache, daß z. B. auch Zwillinge — wir konnten 2 zweieiige Zwillingspärchen untersuchen (Fälle 86/87 und 192/193) — schon sehr verschiedene Linsenverhältnisse zeigten, wie das sehr schön bei den Zwillingen 192 und 193 zu sehen ist: das eine Kind (193) hat einen Kern/Rinden-Quotienten von 11:2 cm, das andere (192) hingegen nur einen von 9:4 cm.

Durch Auf- oder Abrunden von halben Zentimetern ließen sich die mannigfachen Verhältnisse auf 7 Quotienten reduzieren, von denen der

größte 11:1 cm und der kleinste 8:4 cm beträgt. Die zahlenmäßige Verteilung der 209 Kinder auf diese 7 Quotienten gibt folgendes Diagramm (s. Abb. 3) wieder.

Es muß festgehalten werden, daß diese Kurve leider ein verzerrtes Bild unserer Befunde wiedergibt. Die Auf- und Abrundungen um einen halben Zentimeter ergaben zwar ganzzahlige Werte, wirkten sich aber auf die kleineren Quotienten stärker aus als auf die größeren. Deshalb dürfte der linke Schenkel der Kurve eher der natürlichen Verteilung unserer Befunde entsprechen, währenddem der rechte sicher verfälscht ist. Trotzdem sind wir unseres Erachtens berechtigt, das Diagramm als binominale Streuungskurve zu deuten, zeigt es doch, daß immerhin $\frac{3}{4}$ der Kinder ein Kern/Rinden-Verhältnis von 10:2 bis 11:2 cm aufweisen.

Ein Vergleich mit den Befunden GALLATIS zeigt, daß sich unsere Resultate folgerichtig an die seinen anschließen lassen. Er gibt für die jüngsten seiner untersuchten Personen (16. bis

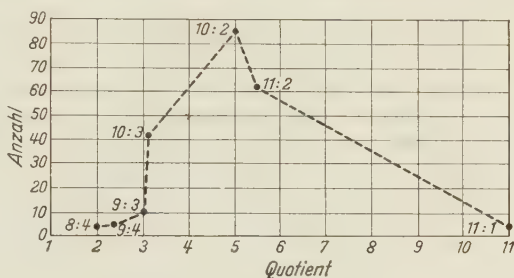


Abb. 3. Graphische Darstellung der Kern/Rinden-Relationen, festgestellt bei 209 6—7jährigen Kindern

19. Altersjahr) einen Kern/Rinden-Quotienten von 0,822/0,178 an. In Anbetracht der Tatsache, „daß die axiale Rindendicke im Verhältnis zur Gesamtdicke der Linse mit dem Alter zunimmt, der Kern hingegen verhältnismäßig dünner wird“, finden wir in unseren zwar vereinfachten Werten eine Bestätigung der Theorien VOGTs und GALLATIS.

Interessant sind die extremen Varianten unserer Kern/Rinden-Quotienten. Das einzige Kind mit dem kleinsten Quotienten (8:4 cm) zeigt insofern besondere Verhältnisse, als es noch gar keinen Alterskern und nur einen äußerst fein gezeichneten Embryonalkern hat. Auch bei den beiden Kindern mit dem nächst größeren Quotienten (9:4 cm) sind die Alterskerne noch nicht ausgebildet. Diese gleiche Linsenstruktur ist von den 5 Kindern mit dem größten Verhältnis 11:1 cm (Fälle 117, 122, 125, 197 und 198) nur bei Fall 117 zu finden; es ist dies also die Linse, die überhaupt den größten Embryonalkern aller untersuchten Kinder aufweist. Beim Fall 197 sind erstaunlicherweise vorne 3 Diskontinuitätszonen zu sehen, also noch eine „inkonstante Zone S“ (VOGT), währenddem hinten nur die Zone des Embryonalkerns ausgebildet ist. Die übrigen Kinder weisen alle Zonen auf; bei den Kindern 122 und 125 sind allerdings die Alterskerne noch sehr dünn und beim einen (125) zudem äußerst lichtschwach.

b) *Verhältnis Embryonalkern/Alterskern.* Unter diesem Abschnitt konnten selbstverständlich von den 209 Kindern nur die in Betracht gezogen werden, welche überhaupt schon einen Alterskern hatten. Es waren dies im ganzen 145. Auch bei diesen fällt sofort die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse auf, obwohl man annehmen könnte, daß gerade der Alterskern, der bekanntlich erst postnatal entsteht, die einheitlichsten Maße ergeben sollte. Von besonderem Interesse sind in dieser Beziehung die 4 Kinder, die entweder in *geistiger* oder *physischer* Hinsicht gegenüber den anderen zurückgeblieben sind. Es handelte sich 1. um einen debilen, aber kräftig entwickelten Knaben (Fall 33), 2. und 3. um zwei Kinder, die wegen Frühgeburt (Fall 70) bzw. aplastischer

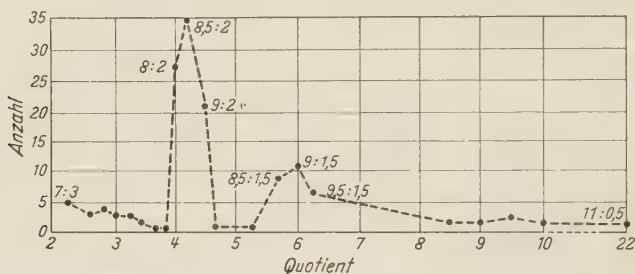


Abb. 4. Graphische Darstellung der Embryonalkern/Alterskern-Relationen, gefunden bei 145 6—7jährigen Kindern

Anämie (Fall 174) körperlich stark unterentwickelt waren, und 4. um ein Mädchen, dessen Entwicklung aus unbekannten Gründen auf der Stufe eines 3—4jährigen stehengeblieben war (Fall 128). Von diesen 4 Kindern zeigen die Fälle 128 und 174 noch einen sehr infantilen Linsenaufbau, währenddem die anderen beiden schon recht „erwachsene“ Linsen mit breitem Alterskern besitzen.

Wegen der auf halbe Zentimeter genauen Auswertung unserer Linsenschemata entstanden entsprechend mehr Quotienten. Hiermit sind die Voraussetzungen gegeben, daß eine statistische Auswertung genauere Befunde ergibt als bei den Kern/Rinden-Zahlen (s. Abb. 4).

In der Tat finden wir auch hier eine Kurve, deren Verlauf eine erste große Häufung von fast $\frac{2}{3}$ aller Kinder (genau 83) bei den Embryonalkern/Alterskern-Quotienten 8:2 cm bis 9:2 cm zeigt (in Koeffizienten ausgedrückt: 4—4,5). Auf diesen Gipfel folgt eine zweite Ansammlung von immerhin 26 Kindern bei den Quotienten 8,5:1,5 cm bis 9,5:1,5 cm. Diesen zweiten Gipfel können wir weder mit anderen morphologischen Veränderungen der Linse noch mit irgendwelchen faßbaren Merkmalen der Kinder selbst in Zusammenhang bringen. Es muß sich unseres Erachtens einfach um eine merkmalsbedingte zweite Häufung handeln.

Von den 5 Kindern mit den kleinsten Koeffizienten ($7:3 \text{ cm} = 2,3$), d. h. diesen mit den dicksten Alterskernen, ist nur Fall 148 interessant, da hier auch noch eine „inkonstante Zone S“ (Vogt) ausgebildet ist. Die anderen weisen weder in ihrer geistigen noch körperlichen Entwicklung eine Besonderheit gegenüber den übrigen Kindern auf.

Unter den größten Quotienten ($8,5:1 \text{ cm}$ bis $11:0,5 \text{ cm}$) finden wir diejenigen Linsen, bei welchen der Alterskern eben erst gebildet worden ist. Am schönsten zeigt sich dies beim Kind 125, auf dessen Embryonal-kern sich eben ein noch kaum sichtbarer Alterskern abzuzeichnen beginnt. Bei Fall 122 (Quotient $10:1 \text{ cm}$) ist die Grenze zwischen den beiden schon schärfer, und jede Zone ist für sich deutlicher gezeichnet.

3. Überreste der Arterie hyaloidea. Die Überprüfung der Häufigkeit des Vorkommens von Resten der A. hyaloidea ergab bei 136 Kindern mehr oder weniger gut ausgebildete Residuen dieses Gefäßes. Es handelt sich um verschieden lange, korkzieherartig gewundene, meist stark lichtreflektierende Gebilde, die etwas nasal und unterhalb des hinteren Pols der Linse ansetzen und mit dem freien Ende bei Augenbewegungen im Glaskörper flottieren. Man sieht sie am besten, wenn man bei etwas geöffnetem Lichtspalt einen mehr diffusen Strahl durch die Linse schickt und mit der Optik den ungefähren Ort der Arterie fokal einstellt. Dabei ist eine Blickrichtung des untersuchten Auges etwas nasalwärts nötig.

Manchmal kann an einer Stelle im Bereich dieser Überreste eine knotige Auftreibung gefunden werden, ein sog. *Corpus hyaloideum*. Wir stießen in 28 Fällen auf solche Corpora, bei 3 Kindern in beiden Augen. Immer sind es sehr scharf gezeichnete, stark lichtreflektierende, in Ein- oder Mehrzahl vorkommende Knötchen, wie sie besonders gut bei den Fällen 86, 95, 113, 128 oder 168 zu sehen sind.

4. Die von Vogt beschriebene Bogenlinie trafen wir bei 117 Kindern an. Es sind dies nasalwärts konkave, weiße, mehr oder weniger scharfe Linien, die auf der hinteren Linsenoberfläche in einem von Fall zu Fall wechselnden Abstand konzentrisch um den Ansatzpunkt der A. hyaloidea verlaufen und deren Enden sich meist nach unten und oben verlieren. Konzentrisch dazu findet sich auf der nasalen Seite der A. hyaloidea meist eine zweite, temporal konkave Linie, die oft teilweise von den Enden der temporalen Linie umfaßt wird. Oft sind auch nur kurze Bruckstücke dieser Linien sichtbar; es fällt auf, wie variabel die Ausbildung dieser Linien bei den Kindern ist.

5. Reste der Pupillarmembran. Wie Vogt, der sie bei etwa 40% aller Individuen antraf, fanden wir bei 37% unserer Kinder Residuen der Pupillarmembran. Es handelte sich meist um gelbbraun pigmentierte, äußerst feine, sternförmig verzweigte und netzartig miteinander verbundene Auflagerungen der Linsenvorderfläche. Sie waren meist

sehr klein, nahmen aber in einigen Fällen eine Ausdehnung über einen Großteil der Linsenvorderfläche ein, wie z. B. bei den Kindern 11, 27 und 62. Sehr häufig standen solche Linsenauflagerungen durch weißliche Stränge mit der Krause der Irisvorderfläche in Verbindung, wie es z. B. bei Fall 172 zu sehen ist, wo solch ein Strang über die gesamte Iris- und Linsenvorderfläche gespannt ist.

6. Linsentrübungen und Katarakte. *a) Vordere axiale Embryonalkatarakt (VoGT).* VoGT betont ausdrücklich, daß diese Katarakt nur auf

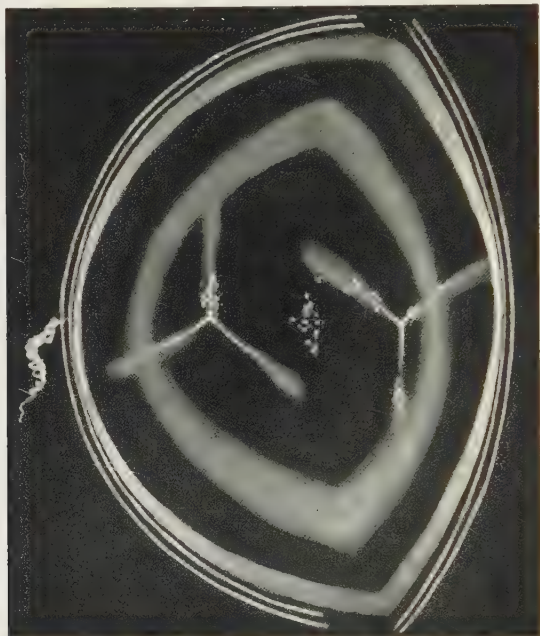


Abb. 5. Vordere axiale Embryonalkatarakt (VoGT), die mit Sicherheit in beiden Suturen sowie im zentralen Intervall lokalisiert ist (Fall 160)

die vordere Suture beschränkt bleibe. Nachdem wir unsere Untersuchungsserie abgeschlossen haben, gelangen wir jedoch zum Schluß, daß diese Trübung auch im Bereich des *hinteren Y* angetroffen werden kann, wie wir dies bei einigen unserer Kinder eindeutig beobachten konnten. Instrukтив waren in dieser Hinsicht jene Fälle, wo deutlich *beide* Suturen und sogar noch das zentrale Intervall von der Trübung betroffen waren (s. Abb. 5).

Überraschend ist die sehr große Zahl von 97 Kindern, bei welchen wir eine vordere axiale Embryonalkatarakt feststellen konnten. VoGT gibt bei Erwachsenen eine Prozentzahl von 25—30% an; wir fanden hingegen in etwa 45% der Fälle eine mehr oder weniger gut ausgebildete

Embryonalkatarakt. Bei 58 Kindern war die Trübung auf *ein* Auge beschränkt, bei 39 fanden wir sie beidseitig. Die topographische Verteilung in bezug auf die Suturen und das zentrale Intervall war folgende: bei 67 Kindern war nur das *vordere* Y betroffen; interessant waren hier 2 Fälle (121 und 106), wo überhaupt keine vordere Suture vorhanden war und trotzdem mit Sicherheit eine Embryonalkatarakt an ihrer üblichen Stelle lag. 7 Katarakte waren nur in der Umgebung des *hinteren* Y ausgebildet, 7 lagen nur im *zentralen Intervall*, 5 in der vorderen Suture und im zentralen Intervall, 2 in der hinteren und im Intervall. Embryonalkatarakte, die sowohl in beiden Suturen als auch im zentralen Intervall lagen, fanden wir bei 2 Kindern (s. Abb. 5!), während dem sie bei 7 Kindern nur auf die beiden Suturen begrenzt waren.

Ihre Ausbildung variierte zwischen einzelnen staubförmigen Fleckchen, die um die Suturen oder im zentralen Intervall gruppiert waren, bis zu ausgedehnten Trübungen, die manchmal die ganze Struktur des Y überdeckten (z. B. Fall 177). Immer waren sie sehr lichtstark und deshalb schon bei einer Übersichtseinstellung der Spaltlampe (relativ weiter Spalt mit starkem Lichteinfall) zu sehen. Ihre Farbe war immer strahlendes Weiß, unabhängig von der Größe der Teilchen; sie erzeugten also nie eine Dispersion des Lichtes und damit auch kein Farbenschiellern, wie es für die Coerulacea-Trübungen charakteristisch ist.

b) *Cataracta suturalis*. In 2 Fällen (116 und 189) fanden wir derart ausgedehnte, dichte Trübungen, die um den distalen Teil eines Schenkels des Y herum lagen, daß wir uns für berechtigt hielten, sie zu den *Cataractae suturales* zu rechnen. Zur gleichen Gruppe gehören bekanntlich auch die *Cataracta stellata* und *triradiata*; bei diesen Formen sind jedoch alle 3 Schenkel der Suture in der gleichen Weise betroffen, wie es bei unseren Fällen nur der eine ist. Wir könnten zu dieser Gruppe auch den weiter oben zitierten Fall 177 (s. unter Embryonalkatarakt!) zählen, womit wir sagen wollen, daß unseres Erachtens fließende Übergänge zwischen der vorderen axialen Embryonalkatarakt und der *C. stellata* bestehen und daß die Unterschiede zwischen den beiden lediglich in der verschiedenen Größe und Ausdehnung der Trübungen liegen.

c) *Pol- und Kapselstare*. In 4 Fällen (31, 85, 105 und 198) fanden wir in der Gegend des vorderen oder hinteren Pols Trübungen, die wir zu den Polstaren zählen können. Bei 2 Kindern (31 und 198) ist die Diagnose *vorderer Polstar* sicher; es handelt sich beide Male um ein kleines, gut abgegrenztes, dichtes, weißes Fleckchen, das etwas oberhalb des vorderen Pols liegt.

Die beiden anderen Veränderungen (85 und 105) lagen beide in einem größeren Abstand vom hinteren Pol, waren schlecht begrenzt und weniger dicht und betrafen die äußerste Schicht der Linse, weshalb wir sie zu den *Kapselstaren* zählen wollen.

d) *Coerulaea-Trübungen*. Übereinstimmend mit allen Autoren fanden wir die Coerulaea-Trübungen praktisch bei allen unseren Kindern, so daß man ihre Anwesenheit wirklich als physiologisch bezeichnen kann. Die meisten trifft man, wie auch andere Untersucher festgestellt haben, im *Alterskern*. Diese dürften postnatal entstanden sein. Wir lenkten unsere Aufmerksamkeit besonders auf jene Coerulaea-Trübungen, die auch im *Embryonalkern* liegen, und fanden diese Lokalisation bei 49 Kindern. Ihre Entstehung reicht also noch ins intrauterine Leben zurück.

Es gibt auch Coerulaea-Trübungen, die zwischen Linsenkapsel und Abspaltungszone liegen. Diese Opazitäten entdeckten wir auf der Hinterseite der Linse bei 15 und vorne bei 14 Kindern. Sie unterschieden sich durch keinerlei Merkmale von den übrigen Coerulaea-Trübungen und können deshalb nicht mit den Resten der Pupillarmembran verwechselt werden. Sie haben übrigens auch keinerlei topographische Beziehungen zu diesen.

e) *Übrige Katarakte*. Andere Katarakte fanden wir bei unserer Untersuchungsreihe nicht, insbesondere keine einzige *Cataracta coronaria*, obwohl wir jedes Kind ganz besonders auf das Vorkommen dieser Trübung hin untersuchten. Es bestätigt sich also die Auffassung der meisten Autoren, wonach diese Katarakt erst zur Zeit der Pubertät gefunden werden kann.

Zusammenfassung

Es wird über eine Reihenuntersuchung an 215 Kindern im Alter von 6—7 Jahren berichtet, bei denen mit der Spaltlampe die Normvarianten des Linsenaufbaus sowie die in dieser Altersstufe vorkommenden Linsentrübungen erfaßt wurden. Diese Ermittlungen sollen das Ausgangsmaterial für spätere Untersuchungen schaffen; an Hand der Linsenskizzen, die von jedem Kind aufgenommen wurden, soll die Evolutionstendenz und Progredienz der festgestellten Linsenveränderungen im späteren Lebensalter am gleichen Individuum verfolgt werden können. Bisher kann aus der Morphe der beim Kind vorkommenden Trübungen nicht auf eine Prädestination zu späterer präseniler oder seniler Kataraktentwicklung geschlossen werden.

Wir fanden bei den untersuchten Kindern eine überraschend große Zahl von mehr oder weniger ausgedehnten Opazitäten, vor allem Coerulaea-Trübungen (praktisch bei allen Kindern) und vordere axiale Embryonalkatarakte (VOGT), die letzteren in einem weit größeren Prozentsatz (45%), als ihn VOGT für Erwachsene angibt (25—30%). Bei unseren Untersuchungen konnte einwandfrei festgestellt werden, daß die „vordere“ axiale Embryonalkatarakt nicht, wie VOGT betont, nur auf die vordere Sutur und das zentrale Intervall beschränkt bleibt, sondern auch im Bereiche des hinteren Y vorkommt. Es bestehen offensichtlich

fließende Übergänge zwischen der vorderen axialen Embryonalkatarakt und den Cataractae suturales. Coronarkatarakte konnten nicht gefunden werden; wir bestätigen damit die Ansicht der meisten Autoren, wonach dieser Trübungstypus erst zur Zeit der Pubertät auftritt.

Bei den gleichzeitig vorgenommenen Studien über die Morphologie der Diskontinuitätszonen und Suturen konnte bei gleichem Alter der Kinder eine sehr variable Ausbildung von Alters- und Embryonalkern festgestellt werden. Der körperliche oder geistige Entwicklungsgrad der Untersuchten konnte nicht mit einem bestimmten Linsenaufbau in Zusammenhang gebracht werden. Der innere Embryonalkern war nur bei wenigen Kindern angedeutet erkennbar, hingegen war bei der Mehrzahl der Kinder der Alterskern ausgebildet. Es trifft also nicht zu, daß diese Zone erst vom 10. Altersjahr bzw. von der Pubertät an erkennbar sein soll, wie dies JESS und NORDMANN angeben.

Mit den Schätzungen der Dickenverhältnisse der einzelnen Diskontinuitätszonen können wir die Befunde von GALLATI und VOGT bestätigen. Wir fanden ein durchschnittliches Kern/Rinden-Verhältnis von 10:2 und einen Quotienten 8,5:2 für die Relation Embryonalkern/Alterskern.

Beiläufig wird noch über die Morphologie und das zahlenmäßige Vorkommen von Überresten der A. hyaloidea, der Pupillarmembran sowie der von VOGT beschriebenen Bogenlinien berichtet.

Literatur

- BELLOWS, J. G.: Cataract and anomalies of the lens. London: Kimpton 1944.
DEJEAN, CH.: In P. BAILLIART, CH. COUTELA, E. REDSLOB et E. VELTER, *Traité d'ophtalmologie*, Bd. I, S. 158. Paris: Masson & Cie. 1939. — DUKE-ELDER, S.: *Textbook of ophtalmology*, 2. Aufl., Bd. III, S. 3115. London: Kimpton 1945. — 4. Aufl., Bd. II, S. 1346, 1358, 1376, 1381. London: Kimpton 1946. — DUVERGER, C., et VELTER, E.: In P. BAILLIART, CH. COUTELA, E. REDSLOB et E. VELTER, *Traité d'ophtalmologie*, Bd. V, S. 737. Paris: Masson & Cie. 1939. — DYSE, M. VAN: In BAILLIART, P., CH. COUTELA, E. REDSLOB et E. VELTER, *Traité d'ophtalmologie*, Bd. I, S. 1027, 1031. Paris: Masson & Cie. 1939. — EISLER, P.: In F. SCHIECK u. A. BRÜCKNER, *Kurzes Handbuch der Ophthalmologie*, Bd. I, S. 163. Berlin: Springer 1930. — FRANCESCHETTI, A.: In F. SCHIECK u. A. BRÜCKNER, *Kurzes Handbuch der Ophthalmologie*, Bd. I, S. 741. Berlin: Springer 1930. — GALLATI, J.: *Z.f. Augenheilk.* **51**, 133 (1923). — JESS, A.: In F. SCHIECK u. A. BRÜCKNER, *Kurzes Handbuch der Ophthalmologie*, Bd. V, S. 170. Berlin: Springer 1930. — KRENGER, O.: *Klin. Mbl. f. Augenheilk.* **60**, 229 (1918). — NORDMANN, J.: *Biologie du cristallin*. Paris: Masson & Cie. 1954. — PELLATON, R.: *Graefes Arch.* **111**, 341 (1923). — SAUTER, H.: *Die Trübungsformen der menschlichen Linse*. Stuttgart: Georg Thieme 1951. — SEEFELDER, P.: In F. SCHIECK u. A. BRÜCKNER, *Kurzes Handbuch der Ophthalmologie*, Bd. I, S. 578. Berlin: Springer 1930. — VOGT, A.: *Atlas der Spaltlampenmikroskopie*. Berlin: Springer 1931.

Dr. PETER STÖCKLIN, Kant. Krankenanstalt Liestal (Schweiz)

Die Geschichte der Stadt Würzburg ist eine der interessantesten und reichhaltigsten in Deutschland. Sie reicht von der Zeit der ersten Siedlungen im 10. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Die Stadt hat eine lange Tradition als Bischofsstadt und ist heute eine der größten Städte in Bayern. Die Geschichte der Stadt ist geprägt von vielen Ereignissen, die die Stadt zu dem, was sie heute ist, gemacht haben. Die Stadt hat eine lange Tradition als Bischofsstadt und ist heute eine der größten Städte in Bayern. Die Geschichte der Stadt ist geprägt von vielen Ereignissen, die die Stadt zu dem, was sie heute ist, gemacht haben.

Die Stadt Würzburg ist eine der interessantesten und reichhaltigsten in Deutschland. Sie reicht von der Zeit der ersten Siedlungen im 10. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Die Stadt hat eine lange Tradition als Bischofsstadt und ist heute eine der größten Städte in Bayern. Die Geschichte der Stadt ist geprägt von vielen Ereignissen, die die Stadt zu dem, was sie heute ist, gemacht haben. Die Stadt hat eine lange Tradition als Bischofsstadt und ist heute eine der größten Städte in Bayern. Die Geschichte der Stadt ist geprägt von vielen Ereignissen, die die Stadt zu dem, was sie heute ist, gemacht haben.

